

基于核心素养的物理跨学科实践活动教学设计与研究

——以“物理学与日常生活”主题内容为例

宋梦晓 董 萍

合肥师范学院 安徽合肥 230601

摘 要：在中学物理教学中开展跨学科实践活动，是提高学生跨学科运用知识分析解决问题的有效途径，对培养学生综合实践能力和核心素养具有重要作用。本文以“物理学与日常生活”主题内容为例，通过设计“比一比，谁的汽车更安全”跨学科主题活动，以汽车碰撞情景设计问题，结合物理、数学、工程设计、美术等知识背景，将物理与日常生活和工程设计紧密联系在一起，打破知识割裂，体现知识的融合，让学生用整体的眼光看世界，从而培养学生的核心素养。

关键词：跨学科；核心素养；综合实践能力；课程标准

根据知网可视化分析可得，以“跨学科”为主题的国内参考文献自2007年开始发表，到2022年发表篇目有了显著的提升，这与《义务教育物理课程标准（2022版）》^[1]中明确提出把“跨学科实践”作为一级主题内容有着紧密的关系。以“跨学科”为主题的文献居于首位，其次则是以“学科主题”进行的文献分类，显然开展物理跨学科实践研究受到了教育家们的广泛关注。人教版高中物理选择性必修一“动量定理”，切合“跨学科”主题，能够明确体现物理与日常生活、物理与工程设计的理念，可以有效的促进学生核心素养的培养。

一、跨学科

跨学科一词最早出现在上世纪二十年代，是由当时美国社会科学研究理事会提出其主要职能是发展涉及两个或两个以上学会的综合研究，而最早公开使用“跨学科”一词的是哥伦比亚著名心理学家伍德沃斯^[2]。在国内，我国的跨学科运动开始于上世纪五十年代主要集中在高等教育里，其中最著名的是钱学森工程控制论的研究，极大地开拓了控制论的研究领域，与此同时一些跨学科教学应运而生。在中等教育中，《义务教育物理课程标准（2022版）》中课程内容中增加了跨学科实践，这一课程内容的增加打破了学科知识的分裂，强调了学科知识的融合，着重提高学生的科学素质，从而达到课程标

准中要求的核心素养。

二、物理跨学科实践的必要性

1. 跨学科实践与课程标准

在现有的教育阶段中，国内高等教育关于跨学科教学的学习一直处于领先地位，中等教育中“跨学科实践”这方面的发展是从《义务教育物理课程标准（2022版）》首次正式提出将其作为课程内容而引起各位学者的广泛关注，因此教师在进行中学阶段的跨学科实践时，应该立足于教材，充分挖掘课程标准对教学内容的要求^[3]，结合跨学科的教学的性质，对可进行跨学科实践部分内容进行深入探究并进行实践检验。

2. 跨学科实践与知识融合

处于中等教育阶段的学生，他们的认知发展过程还没有结束，对事物的认识相对片面，他们的认知水平正在从简单具体到复杂抽象发展，跨学科实践教学吻合学生认知发展的一般规律，从学生生活里的现象出发（符合简单具体）到现象中的相关知识（符合复杂抽象）。中等教育阶段内，学生的课程设置一般为必修课程为主，选修课程为辅，二则都为某单一学科知识为知识体系进行设计的。跨学科学习本质上属于综合课程，物理跨学科实践就是物理与生产生活、工业技术、社会实践相结合的综合学习，这种综合性学习可以使从物理的角度去看待世界，并将物理作为工具去解决生产生活中的问题，打破了学科课程造成的知识分裂，“跨学科”作为综合课程的桥梁连接物理与其他学科知识间的联系以达到知识的融合。

合肥师范学院2024年度研究生创新基金项目，项目名称：基于核心素养的中学物理跨学科教学与实践的研究，项目号：2024yjs103

三、物理跨学科实践教学模式

教学模式是在一定的教学思想和理论的指导下建立的稳定教学活动程序,是从宏观上把握了教学活动与各要素之间的关系,强调了教学模式的有序性。目前,并没有任何官方文件给出跨学科实践教学的教学模式,但笔者通过查阅资料,以布鲁纳的认知主义为基础,泰勒的目标教育模式为框架,遵从跨学科实践的要求设计了以下跨学科实践教学的四环节。

1. 形成课题

确定跨学科教学主题是进行跨学科教学设计的首要内容,主题能够明确教学设计的方向和重点,使教师能够针对性的整合不同学科的知识 and 技能,能够有效避免教学内容过于散乱或偏离目标。在确定跨学科教学设计主题时,教师应该充分考虑学科之间的关键性和学生的实际需求,聚焦核心概念和关键知识,选择一个既有挑战性又能够激发学生兴趣的主题。

2. 制定目标

教学目标是学生经过课程学习后应该达到的基本要求。教师制定的教育目标应该参考课程标准以及学情,确保教学内容与课程标准要求一致,根据教学内容难易、侧重点等特性,使教学目标与教学内容息息相关。

3. 设计方案

设计方案应该从形成的课题出发,根据教学目标的要求,有目的,有组织,有要求的形成一个可操作性强的教学设计,实现物理与日常生活、工程技术、社会发展相结合,从而完成培养学生的要求。方案的执行应该以教师主导学生为主体,明确各项任务的分工与进度。基于此,设计方案分为以下几个步骤:形成课题——制定目标——设计方案——评价交流。

4. 评价与交流

教学评价贯穿整个学习和活动实施的过程。评价主要分为两部分:检验新知识的导学案和跨学科实践活动过程中的形成性评价。评价主体为:个人、小组、教师。通过评价得到反馈,让学生对本部分内容充分掌握,教师也能够及时转变教学方法等,充分体现物理与社会生活相结合,从而能够提高学生的物理学科核心素养,以及加强学生综合实践能力的本领。

四、应用案例——比一比,谁的汽车更安全

1. 形成课题

选取人教版高中选择性必修第一册中的动量定理为基础知识,基于跨学科教学的设计流程,以汽车碰撞为

生活背景设计《比一比谁的汽车更安全》主题活动。

【设计任务】学生根据已有材料,参考汽车模型,动手做一辆汽车。并用其做的汽车参加《比一比,谁的汽车更安全》的活动,以比赛形式,让学生做的汽车碰撞平面的刚性物体,经过碰撞看谁的汽车外形保存的更好,安全性能更高。

【学科线索】主要涉及物理、工程技术、艺术这几大学科,涉及的知识主要有汽车基本结构、汽车设计一般步骤、动量、动量定理等。

2. 制定目标

【学情分析】①对学生来讲,他们已经掌握了必修阶段力与运动的相关物理概念,为本部分内容学习打下基础。②本部分内容符合跨学科教学的要求。③以比赛的形式进行主题活动更容易激发学生的积极性和好奇心。

【课程标准】基于课程标准、学情分析本节课制定了如下表1的教学目标^[4]。

表1 教学目标

科学	通过完成活动,发展学生科学探究的态度,培养学生收集信息、处理信息的能力。 能按照技术设计来制作简单的成品,并完成实验。 启发学生思维,知道科学探究的一般步骤。
数学	通过学习数学知识,能够完成过程中的简单运算,培养学生的运算能力。
物理	会用动量定理解释生产生活中的相关现象和解决实际 问题。 知道冲量与动量的概念。
艺术	具有对美的感知及色彩搭配的能力。 对自己的作品进行展示与评价。

3. 设计方案

(1) 提出问题

利用多媒体软件播放汽车在高速行驶下车辆发生碰撞并造成事故的视频。并提出问题,大家一直在被教导着减速慢行,安全行车,是因为汽车在高速行驶的情况下,由于不能及时刹车停止更容易与前车发生碰撞,会造成车辆变形以及驾驶员受伤。为什么高速行驶的汽车发生碰撞后会变形,导致汽车变形的力是怎样产生的?

(2) 新授知识

教授学生完成任务所需要的知识。教师按照科学探究的方式教授学生关于动量、冲量、动量定理、工程设计的一般步骤等。

①动量:质量和速度的乘积 mv 定义为物体的动量,用字母 p 表示^[5]。

②冲量：力与力的作用时间的乘积叫做力的冲量，用字母I表示^[5]。

③动量定理：物体在一个过程中所受力的冲量等于它在这个过程始末的动量变化量^[5]。

环节一：探究动量定理

物体动量的变化和它所受的力有怎样的关系呢？

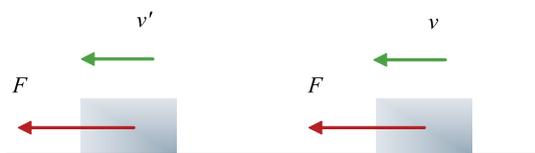


图1 力改变物体的动量

假设上图，是质量为m的物体在恒力F作用下沿光滑平面做匀速直线运动。在初始时刻速度为v，经过Δt时间后速度变为v'，则物体在这一段时间内的加速度就是

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v' - v}{\Delta t}$$

根据牛顿第二定律： $F = ma$

$$\text{则有 } F = m \frac{v' - v}{\Delta t} = \frac{mv' - mv}{\Delta t} = \frac{P' - p}{\Delta t}$$

$$\text{即 } F_{\Delta t} = P' - P, \text{ 则有 } I = P' - P$$

变形得到 $F(t' - t) = mv' - mv$ ，即可验证动量定理。

④汽车设计的一般步骤。观察生活中的车辆，明确汽车外形的基本构件即四个轮胎一个车身。

⑤根据所学知识回答问题。高速运动的汽车，需要在极短的时间内减速至0。根据动量守恒可得，时间少速度变化量大，汽车在发生碰撞的时候就会收到巨大的冲击力，这个力就会使汽车外形发生变形导致人受伤。

(3) 解决问题：比一比，谁的汽车更安全？

汽车厂里的汽车在进行售卖前，从利于人们生活便捷出发，按照日常生活需求设计出不同型号的汽车。但在汽车出厂之前，都会对汽车进行碰撞试验，汽车的安全性能是衡量汽车品质的重要指标。现在我们仿造汽车厂的碰撞试验，设计主题活动：比一比在碰撞的情况下，谁的汽车更安全？

材料准备：气溶胶枪、双面胶、瓶盖、矿泉水瓶、橡皮筋、刻度尺、铅笔、各种纸壳等。

组内讨论：学生各抒己见，讨论小汽车可以拥有那些模型，具备那些更安全的性能，又该运用上面那些知识来达到目的。把自己的想法与小组成员相互交流，以小组为单位设计一个自己认为更有安全性能的小汽车。

教师活动：针对学生在设计小汽车模型存在的问题与疑惑，教师进行解答，并引导学生写下设计小汽车的计划书，让学生按照计划书一步步进行设计。

【方案设计】学生根据组内讨论情况及获得的灵感，以小组为单位进行设计小汽车草图，并写下设计方案。

【教师指导】教师巡回指导，强调在使用气溶胶枪时安全为第一位；其次强调学生在设计汽车时，根据动量定理，应该以碰撞时汽车所受力为重点，所以汽车的材料应该尽可能的结实；此外在碰撞过程中考虑车身与轮子之间的构架也要足够稳定，不易散架；最后，汽车的设计也要尽可能的保证美观。

【学生讨论】依据老师所说，根据动量定理以碰撞时汽车受力为重点，我们可以增大汽车速度变化的时间，这样Δt的时间增大了，汽车所受到的力就减少了。想办法找一种材料，放在汽车前面，在进行碰撞时就能够达到减小力的目的。

【评估与测试】在进行实验前，评估一下汽车在碰撞时，会发生的情况，并对情况进行预估；再测试一下，设计的汽车能不能稳定运行；最后根据问题进行优化设计。

【实践检验】先展示小汽车成品介绍设计小汽车的思路及主要解决什么问题，某些特殊部件有什么用途，然后进行汽车碰撞实验。评比分为两部分评价分为两部分：外形美观10分加安全性能测试10分，总分为二十分，收集小组件的评分，然后相加取平均值，得出最安全的小汽车。

4. 评价与交流

为了更真实客观评价学生在本次活动中的表现，本次活动兼顾形成性评价以及总结性评价，结合教学目标以及学生实践能力设计以下三维度评价标准。

表2 评价细目表

评价要素	评价细则	星级	自我评价	小组互评	教师互评
知识应用	理解并掌握项目组所涉及的跨学科知识	★★★★★			
	灵活并运用跨学科知识解决实际问题	★★★			
	能够独立思考，提出新的问题	★★			
艺术性	设计的小汽车是否美观	★★			
	车身是否结实稳定	★★★★			
创作实践	明确各组员分工及进度	★★★★			
	组员之间达成友好协商	★★			
	按时完成汽车设计，且汽车质量水平	★★★			
综合评价					

结语

跨学科实践课程相较传统的单科课程,是以一种更为新颖的教学方式来认识学科知识间的联系,能够极大地提起学生对此课程的兴趣。通过物理与社会生活相联系学习知识,体现了物理中有生活,生活中有知识,使学生能够更全面的理解知识,应用知识,帮助学生建立更完整且有秩序的知识体系,提高学生解决实际问题的应用能力,从而让学生拥有适应未来社会的必备品德和关键能力。

参考文献

[1]中华人民共和国教育部.义务教育课程方案

(2022)年版[S].北京:北京师范大学出版社,2022.

[2]赵晓春.跨学科研究与科研创新能力建设[D].中国科学技术大学,2007.

[3]杨冬.浅谈初中物理跨学科实践教学[J].物理通报,2024,(02):54-56+60.

[4]中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[M].北京:人民教育出版社,2017:74.

[5]彭前程.普通高中教科书物理选择性必修第一册[M].北京:人民教育出版社,2020.